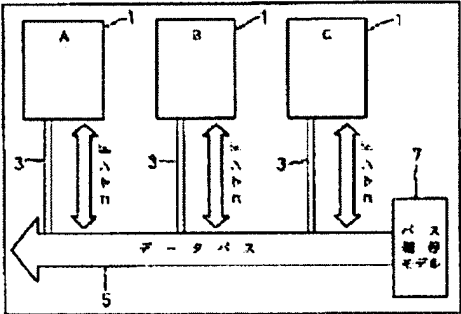


**BUS MEDIATION SIMULATION METHOD, OPTIMUM BUS MEDIATION SYSTEM DECIDING METHOD, COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM IN WHICH BUS MEDIATION SIMULATION PROGRAM IS RECORDED, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM IN WHICH OPTIMUM BUS MEDIATION SYSTEM DECIDING PROGRAM IS RECORDED**

**Publication number:** JP10340251  
**Publication date:** 1998-12-22  
**Inventor:** AIHARA MASAMI; NISHIO SEIICHI; MATSUOKA YUICHIRO  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- **international:** G06F13/362; G06F17/50; G06F13/36; G06F17/50; (IPC1-7): G06F13/362  
- **European:**  
**Application number:** JP19970151015 19970609  
**Priority number(s):** JP19970151015 19970609

Report a data error here

**Abstract of JP10340251**  
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently excute a bus mediation simulation by making possible to easily generate a bus mediation model and a function module model. **SOLUTION:** In a logic system where plural function modules are connected by a bus and a bus mediation circuit controls the use of the bus, the function module model 1 obtained by modeling the operation of the function module at an abstract level and the bus mediation model 7 obtained by modeling the operation of the bus mediation circuit at the abstract level are generated. The bus mediation of the function module model 1 and the bus mediation model 7 is simulated by using an abstracted command.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-340251

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 13/362

識別記号

5 1 0

F I

C 0 6 F 13/362

5 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-151015

(22) 出願日 平成9年(1997)6月9日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 相原 雅己

神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株

式会社東芝半導体システム技術センター内

(72) 発明者 西尾 誠一

神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株

式会社東芝半導体システム技術センター内

(72) 発明者 松岡 雄一郎

神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株

式会社東芝半導体システム技術センター内

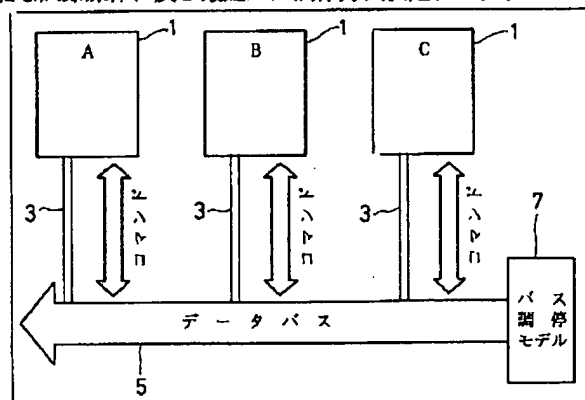
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54) 【発明の名称】 バス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法、バス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び最適バス調停方式決定プログラムを

(57) 【要約】

【課題】 バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるようにすることで、バス調停シミュレーションを効率的に行うことである。

【解決手段】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路がバスの使用の制御を行う論理システムにて、機能モジュールの動作を抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデル1と、バス調停回路の動作を抽象レベルでモデル化したバス調停モデル7とを作成し、抽象化したコマンドを用いて、機能モジュールモデル1とバス調停モデル7とのバス調停のシミュレーションを行うようにしてある。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーション方法において、

前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、

前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、

前記バスの使用の制御に抽象レベルのコマンドを用いて、前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停のシミュレーションを行うことを特徴とするバス調停シミュレーション方法。

【請求項2】 前記機能モジュールモデルは、前記バス調停モデルから各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを入力し、バス使用権を要求するコマンド若しくは要求をしないコマンドを前記バス調停モデルに出力し、バス使用の要求が認められたか否かにより各機能モジュールモデル固有の動作を行うことを特徴とする請求項1記載のバス調停シミュレーション方法。

【請求項3】 前記バス調停モデルは、前記複数の各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルからのバス使用権の要求を認めるか否かの判断を行い、その判断の結果から要求を認める旨のコマンドを所定の機能モジュールモデルに対して出力することを特徴とする請求項1記載のバス調停シミュレーション方法。

【請求項4】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーション方法において、

前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停モデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンド出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする抽象モデルを作成し、

この抽象モデルを用いてバス調停シミュレーションを行

うことを特徴とするバス調停シミュレーション方法。

【請求項5】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定する方法において、

前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、

前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、前記バスの使用の制御に抽象化したコマンドを用いて、所定のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、

この作成された抽象レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、

このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、

この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、

この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、

前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式かを判断するステップと、

を含むことを特徴とするバス調停方式決定方法。

【請求項6】 前記機能モジュールモデルは、前記バス調停モデルから各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを入力し、バス使用権を要求するコマンド若しくは要求をしないコマンドを前記バス調停モデルに出力し、バス使用の要求が認められたか否かにより各機能モジュールモデル固有の動作を行うことを特徴とする請求項5記載のバス調停方式決定方法。

【請求項7】 前記バス調停モデルは、前記複数の各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルからのバス使用権の要求を認めるか否かの判断を行い、その判断の結果から要求を認める旨のコマンドを所定の機能モジュールモデルに対して出力することを特徴とする請求項5記載のバス調停方式決定方法。

【請求項8】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定する方法において、

前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停

モデルが機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンド出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする所定のバス調停方式の抽象モデルを作成するステップと、  
この作成された抽象レベルのモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うステップと、  
このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、  
この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、  
この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、  
前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、  
を含むことを特徴とするバス調停方式決定方法。  
【請求項9】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、  
前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、  
前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、  
抽象化したコマンドを用いて、前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停のシミュレーションを行うことを特徴とするバス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。  
【請求項10】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体にお

いて、  
前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停のモデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンド出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする抽象モデルを作成し、  
この抽象モデルを用いてバス調停シミュレーションを行うことを特徴とするバス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。  
【請求項11】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、  
前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、  
前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、  
前記バスの使用の制御に抽象化したコマンドを用いて、所定のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、  
この作成された抽象レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、  
このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、  
この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、  
この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、  
前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、  
を含むことを特徴とするバス調停方式決定プログラムを

記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項12】 複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停モデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンド出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする所定のバス調停方式の抽象モデルを作成するステップと、この作成された抽象レベルのモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うステップと、このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、を含むことを特徴とするバス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の機能モジュールをバスで接続した構成の論理システムのバス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法、バス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び最適バス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関するものであり、特に、バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるようにすること

で、バス調停シミュレーションを効率的に行う技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 集積技術の一層の向上により、システム・オン・シリコンすなわち、プロセッサやSIO、PIO、DMAC、DAC、タイマ等といった機能モジュールを多数、バスで接続した構成で論理LSIが実現されるようになってきた。

【0003】 バスに接続する機能モジュール数が多くなりバス・マスターが複数になると、複数の機能モジュールが同時にバスを使用することが多くなり、バス調停が必要になる。バス調停にはいくつかの方式があり、当該論理LSIにとって最も効率の良いバス調停方式を採用するのが望ましい。機能モジュール数が少ないうちはその方式が良いか容易に決められるが、機能モジュール数が多くなるに従い複雑となり、シミュレーション等で試行錯誤しないと決められなくなってくる。

【0004】 従来のバス調停シミュレーション方法では、システム全体をHDL記述でモデル化してシミュレーションを行うため、複数の機能モジュールをバスで接続した構成の論理LSIをシミュレーションする場合、バスは単に各機能モジュールを接続するための信号線となり、バス調停方式はバス調停回路としてモデル化し、すべての機能モジュール・モデルにバス調停のための制御信号を追加してシミュレーションする必要がある。

【0005】 図7乃至図9は、3つの機能モジュールをバスで接続した論理LSIの構成を示したブロック図である。ここで、図7は、デージーチェーン方式、図8は、集中並列方式、及び、図9は、分散型自己判定方式というバス調停方式である。

【0006】 ここで、各バス調停方式について概説する。図7は、デージーチェーン方式である。この方式は、bus-grant線により機能モジュールが芋づる式につながり、バスを要求する機能モジュールがチェーンを切断することで調停するようになっており、チェーンの先頭に近いもの程バス使用の優先度が高くなっている方式である。また、図8は、集中並列方式である。この方式は、機能モジュールとバス調停回路は一对一の関係で接続して各機能モジュールからのバス要求信号を調停回路に集め、その内最も優先順位の高いもののbus-grant線をアサートすることで調停する方式である。図9は、分散型自己判定方式である。この方式は、各機能モジュールに優先度に応じた識別コードを割当て、バス使用を要求する機能モジュールは自身の識別コードを出力して衝突させ、その結果の値を各機能モジュールが調べてバス使用の可否を自己判定する方式である。

【0007】 これらのバス調停方式のうち、最適なバス調停方式の決定する場合には、バス調停方式をいろいろ変えてシミュレーションを繰り返してシミュレーション

必要がある。図10は、従来の最適なバス調停方式の決定方法を示すフローチャートである。従来例では、まず、所定のバス調停方式のモデルを作成し（ステップS401）、このモデルについてのシミュレーションを行う（ステップS402）。このシミュレーションの結果よりシミュレーションに係るバス調停方式が最適か否かを判断して（ステップS403）、最適でないと判断された場合には、他のバス調停方式のモデルを作成して（ステップS404）、再び、その作成されたモデルについてシミュレーションを行う（ステップS402）。

【0008】ここで、モデル作成の際には、バス調停回路はもちろん、バス調停のための制御信号が変るため、当該論理LSI全体の接続記述およびすべての機能モジュール・モデルを修正する必要がある。例えば、図7の論理LSIをシミュレーションするには、各機能モジュールをgrant信号線で芋づる式に接続して各機能モジュールにバス使用権要求の有無に応じてgrant信号をチェーンを切断する／しないを切替える動作を追加しなければならなかった。また、図9の論理LSIをシミュレーションするには、各機能モジュールにバス調停回路を内蔵させて全体を3つの機能モジュールとバスとの接続という構成にしなければならなかった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、複数の機能モジュールをバスで接続した構成の論理LSIに最適なバス調停方式をシミュレーションによって決定する際に、バス調停方式の変更に伴って、バス調停回路はもちろん、バス調停のための制御信号が変るため、当該論理LSI全体の接続記述およびすべての機能モジュール・モデルを修正する必要がある、大変な手間がかかるという問題がある。図11は、従来の機能モジュールモデルをプログラムレベルで示した概略図である。一般的な機能モジュールモデルでは、図示の如く、機能モジュールの入出力端子の定義を行うI/O定義部101と、機能モジュールの機能（動作）を記述する機能記述部102と、通信（特に、バス調停）の制御に関する動作を記述する通信制御部と、を有している。このような場合には、1つのバス調停方式のシミュレーションを行うために機能モジュールを作成し、別の方式のシミュレーションを行う場合には、I/O定義部101や通信制御部103等を修正する必要がある。従って、プログラムの大部分を修正しなければならないのである。そのため、大変な手間がかかるという問題点があった。更に、上記修正を手で行うため、修正の過程で誤りが生じやすいという問題もあった。

【0010】バスのシミュレーションの高速化を目的とした公知技術（特開平8-227367 出願人：三菱・エレクトロニクス・リサーチ・ラボラトリーズ・インコーポレーティ）がある。この公知技術は、シミュレーションに関するCPUバスサイクルを省略するこ

とにより、また、周期的クロック信号を明示的にシミュレートしないで、クロック信号のスケジュールのみを発生等、設計エラーが現れることが予期されるシステム動作を除く全てのシステム動作を無視することでシミュレーションの高速化を図る技術であり、上述の問題点であるプログラム修正の手間については、依然として解決されていない。

【0011】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるようにすることで、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができるバス調停シミュレーション方法、及びバス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

【0012】また、他の目的は、バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるようにすることで、様々なバス調停方式のシミュレーションを容易に行うことにより、最適なバス調停方式の決定を効率的に行うことができる最適バス調停方式決定方法、及び最適バス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】図7乃至9に示した論理システムを従来のシミュレーション方式によりシミュレーションする場合、制御信号も含めてモデル化する必要があるため、機能モジュールA、B、Cの固有動作は、図7、図8、図9で共通であるにもかかわらず、バス調停方式の違いにより制御信号が異なるため、かなり異なったモデルになってしまう。従って、各モデルを大幅に修正しなければならない。特に、図9では調停回路が各機能モジュールに含まれており、図7、図8とは大きく異なることは明らかである。

【0014】また、当該論理システムに最適なバス調停方式を決定するために、バス調停方式をいろいろ変えてシミュレーションを繰り返すためには、バス調停回路はもちろん、すべての機能モジュールについてもモデルを修正する必要がある、大変な手間がかかることが明らかである。

【0015】そこで、本発明の発明者は、バス調停機能を付加したバス・モデルにより、各機能モジュール・モデルからバス調停のための制御信号の代わりにバス使用権を要求するか否かのコマンドを受け取り、付加されたバス調停機能によりバス調停し、その結果を各機能モジュール・モデルに同じくコマンドの形で通知し、各機能モジュール・モデルはバス調停結果に基づいてそれぞれの機能を実行するようにして、抽象化したモデルを作成してシミュレーションを行うようにすれば、上記問題点は、一気に解決することに気がついた。本発明者は、慎重な研究を重ねた結果、以下の発明をすることが出来た。

【0016】請求項1の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーション方法において、前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、前記バスの使用の制御に抽象レベルのコマンドを用いて、前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停のシミュレーションを行うことを特徴とする。

【0017】請求項2の発明は、前記請求項1における機能モジュールモデルは、前記バス調停モデルから各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを入力し、バス使用権を要求するコマンド若しくは要求をしないコマンドを前記バス調停モデルを出力し、バス使用の要求が認められたか否かにより各機能モジュールモデル固有の動作を行うことを特徴とする。

【0018】請求項3の発明は、前記請求項1におけるバス調停モデルは、前記複数の各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルからのバス使用権の要求を認めるか否かの判断を行い、その判断の結果から要求を認める旨のコマンドを所定の機能モジュールモデルに対して出力することを特徴とする。

【0019】請求項4の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーション方法において、前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停モデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする抽象モデルを作成し、この抽象モデルを用いてバス調停シミュレーションを行うことを特徴とする。

【0020】上記発明の構成によれば、バス調停の制御部分に関しては、バスモデルとの間でやり取りするコマンドを用いて抽象化しているため、バス調停方式の変更が容易となり、また、機能モジュールモデルを修正する必要は無い。従って、バス調停モデルを容易に作成でき

るので、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができるのである。

【0021】上記目的を達成するため、請求項5の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定する方法において、前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、前記バスの使用の制御に抽象化したコマンドを用いて、所定のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された抽象レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式かを判断するステップと、を含むことを特徴とする。

【0022】請求項6の発明は、前記請求項5における機能モジュールモデルは、前記バス調停モデルから各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを入力し、バス使用権を要求するコマンド若しくは要求をしないコマンドを前記バス調停モデルに出力し、バス使用の要求が認められたか否かにより各機能モジュールモデル固有の動作を行うことを特徴とする。

【0023】請求項7の発明は、前記請求項5におけるバス調停モデルは、前記複数の各機能モジュールモデルに対してバス使用権を要求するか否かのコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルからのバス使用権の要求を認めるか否かの判断を行い、その判断の結果から要求を認める旨のコマンドを所定の機能モジュールモデルに対して出力することを特徴とする。

【0024】請求項8の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定する方法において、前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停モデルが機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに

対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする所定のバス調停方式の抽象モデルを作成するステップと、この作成された抽象レベルのモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うステップと、このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、を含むことを特徴とする。

【0025】上記発明の構成によれば、バス調停方式を変更しても、機能モジュール・モデルを修正する必要がなく、バス・モデルに付加したバス調停機能のみを変更するだけで良く、バス調停方式をさまざまに変更したシミュレーションが容易に実行可能となるのである。

【0026】上記目的を達成するため、請求項9の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、抽象化したコマンドを用いて、前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停のシミュレーションを行うことを特徴とする。

【0027】請求項10の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムにおけるバス調停のシミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停のモデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要

求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュールモデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする抽象モデルを作成し、この抽象モデルを用いてバス調停シミュレーションを行うことを特徴とする。

【0028】上記目的を達成するため、請求項11の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記機能モジュールとして、抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルを使用し、前記バス調停回路として、抽象レベルでモデル化したバス調停モデルを使用し、記バスの使用の制御に抽象レベルのコマンドを用いて、所定のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された抽象レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、を含むことを特徴とする。

【0029】請求項12の発明は、複数の機能モジュールがバスに接続され、バス調停回路が前記バスの使用の制御を行う論理システムのバス調停のシミュレーションを行い、最適なバス調停方式を決定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記バス調停回路を抽象レベルでモデル化したバス調停モデルが前記機能モジュールを抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデルにバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンドを送り、前記複数の各機能モジュールモデルは前記使用権要求の有無を問い合わせるコマンドに対応してバス使用権を要求するコマンド若しくはバス使用権を要求しないコマンドいずれかを前記バス調停回路モデルに返し、前記複数の各機能モジュール



モデルから返されたコマンドに基づいてバス調停を行い、前記バス調停回路モデルはバス調停結果に基づきバス使用を認める唯一の機能モジュールモデルにバス使用を許可するコマンドを出力し、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンドを出力し、前記複数の各機能モジュールモデルは受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を行なう、とする所定のバス調停方式の抽象モデルを作成するステップと、この作成された抽象レベルのモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うステップと、このシミュレーションの結果からシミュレーションに係るバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、この判断の結果、最適ではないとされた場合には、他のバス調停方式のバス調停方式の前記機能モジュールモデルと前記バス調停モデルとのバス調停の抽象レベルのモデルを作成するステップと、この作成された前記他のバス調停方式に係る抽象化レベルのモデルについてシミュレーションを行うステップと、前記所定のバス調停方式のシミュレーションの結果、及び前記他のバス調停方式に係るシミュレーションの結果から何れのバス調停方式が最適なバス調停方式か否かを判断するステップと、を含むことを特徴とする。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】本発明に係るバス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法、バス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び最適バス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0031】本実施形態のバスシミュレーション方法及び最適バス調停方式決定方法を実施するにあたり、以下で説明する処理手順をソフトウェアプログラムにより実現し、そのソフトウェアプログラムをコンピュータシステムに導入（インストール）し、コンピュータシステムにそのプログラムを実行させる。このプログラムの実行により本実施形態を実施することができる。本実施形態で用いるコンピュータシステムは、各種処理を行うためのCPUと、キーボード、マウス、ライトペン、又はフレキシブルディスク装置等の入力装置と、メモリ装置やディスク装置等の外部記憶装置と、ディスプレイ装置、プリンタ装置等の出力装置等とを備えた通常のコンピュータシステムを用いる。なお、前記CPUは、以下で説明する各種の処理等を行う演算部と、前記処理の命令を記憶する主記憶部とを具備する。

【0032】図1は、本実施形態のバス調停シミュレーション方法を示す概念図である。本実施形態のバス調停シミュレーション方法は、機能モジュールの動作を抽象レベルでモデル化した機能モジュールモデル1と、バス調停回路の動作を抽象レベルでモデル化したバス調停モデル7と、を有し、抽象化したコマンドを用いて、機能

モジュールモデル1とバス調停モデル7とのバス調停を行うようにしたものである。

【0033】このように、各機能モジュールモデルとバス調停モデルとのやり取りを抽象的なコマンドを用いて記述し、この記述されたモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うようにすることにより、各モデルの作成が容易となり、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができるようになる。

【0034】図2は、本実施形態の最適バス調停方式決定方法の処理手順を示すフローチャートである。まず、上述の抽象レベルにてバス調停モデルを作成する（ステップS201）。最初に作成するバス調停モデルは、上述したバス調停方式のうち、開発者が選択した任意のバス調停方式でよい。続いて、この抽象レベルで作成したバス調停モデルについてシミュレーションを行う（ステップS202）。続いて、このシミュレーションの結果の判断を行う（ステップS203）。この判断により、最適なバス調停方式と判断すれば処理を終了する。一般的には、複数のバス調停方式についてシミュレーションを行い、比較検討を行うため、他のバス調停方式について、抽象レベルにてバス調停モデルを作成し（ステップS204）、作成したモデルについてシミュレーションを行う（ステップS202）。このようにして、複数のバス調停方式のシミュレーションを行うにして、最適なバス調停方式を決定する。

【0035】このように、本実施形態の最適バス調停方式決定方法によれば、バス調停モデルを抽象レベルで作成し、その抽象化レベルでシミュレーションを行うようにしたので、他のバス調停方式へのプログラムの変更が最小限で済む。従って、様々なバス調停方式のシミュレーションを容易に行うことができるので、効率的に最適なバス調停方式を決定することが出来る。

【0036】次に、上述の「抽象化したコマンド」について説明する。この抽象化したコマンドとは、各バス調停方式における各機能モジュールモデル1とバス調停モデル7とのやり取りを、従来例のような具体的な端子に所定の命令を送る等の物理的なレベルでやり取りを記述するのではなく、論理的にやり取りを記述するようにしたものである。

【0037】図3は、抽象モデルにおける抽象化したコマンドを説明するための図である。まず、バス調停モデル7から各機能モジュールモデル1に対してバス使用権を要求するか否かのコマンド（ASKREQ）を出力する。各機能モジュールモデル1は、バス制御信号の代わりにバス使用権を要求するコマンド（BUSREQ）若しくは要求をしないコマンド（NOBUSREQ）をバス調停モデルに出力する。バス調停モデル7は、バス使用権の要求を認めるか否かをバス調停部9により判断を行い、その判断の結果から要求を認める旨のコマンド（GRANT）若しくは要求を認めない旨のコマンド

(NOGRANT)を各機能モジュールモデル1に対して出力する。この出力により各機能モジュールモデルは、要求が認められたか否かにより固有動作部11の記述から動作を行うようにする。

【0038】このように、各機能モジュールモデルとバス調停モデルとのやり取りを抽象的なコマンドを用いて記述し、この記述されたモデルを用いてバス調停シミュレーションを行うようにする。この場合に、バス調停部9の部分のみを各種のバス調停方式に対応させるだけでよいため、プログラムの修正は容易となる。また、機能モジュールモデル1については、各種のバス調停方式で固有動作部11の記述を変更の必要は一般的にはないが、必要に応じて変更も可能である。以上のように、容易に各モデルを作成することが出来るので、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができるようになる。

【0039】図4は、本実施形態のバス調停シミュレーション方法のフローチャートである。まずステップS301でバス調停モデル7は、データバスモデル5を通じてすべての機能モジュールモデル1にバス使用権要求の有無を問い合わせるコマンド“ASKREQ”を送る。次にステップS302で、各機能モジュールモデル1は“ASKREQ”に対応してバス使用権を要求するコマンド“BUSREQ”あるいはバス使用権を要求しないコマンド“NOBUSREQ”のいずれかをデータバスモデル5に返し、バス調停モデル7はこれを入力する。次にステップS303で、バス調停モデル7は、データバスモデル5を通じて各機能モジュールモデル1から返されたコマンドに基づいて付加されているバス調停9を用いてバス調停を行う。次にステップS304で、バス調停モデル7は、バス調停結果に基づきバス使用を認める唯一つの機能モジュールモデル1にバス使用を許可するコマンドGRANTを、それ以外の機能モジュールモデルにはバス使用を許可しないコマンドNOGRANTをそれぞれ送る。次に、ステップS305で、各機能モジュールモデル1は受け取ったコマンドに基づいて各々固有の動作を実行する。以上のステップS301からステップS305までを繰り返すことで、本実施形態のバス調停シミュレーション方法では、論理システムのシミュレーションをバスサイクル単位に実行することが可能となる。

【0040】図5は、バス調停モデルの例であって、同図(a)はデジタイズ方式のバス調停モデルを、同図(b)は集中並列方式のバス調停モデルを、同図(c)は分散型自己判定方式のバス調停モデルをそれぞれ示している。図5ではバス調停モデルをC言語によるプログラムで表現しているが、特にC言語による表現に限るものではない。

【0041】デジタイズ方式は、図7に示したようにbus-grant線により機能モジュールが芋づ

る式につながり、バスを要求する機能モジュールのところでチェーンを切断することで調停するようになっており、チェーンの先頭に近いもの程バス使用の優先度が高くなっている方式である。従って、図5(a)では、各機能モジュールモデルにチェーンの接続順に従って

“0”から識別番号を割り振り、その識別番号をインデックスとして機能モジュールモデル1から送られたバス使用権要求のコマンドを格納する配列変数commands[]とバス使用を許可する機能モジュールモデルの識別番号を格納する変数grantを用いている。動作としては、まず、grantに初期値として-1を設定しておき、次にforループによりインデックスiの値を“0”から1ずつ増やしながらcommands[i]の値を調べ、commands[i]の値が“BUSREQ”となった時にiの値をgrantに設定し、break文によりループを抜け、調停処理が終了する。処理終了後のgrantの値は、バス使用権を要求している機能モジュールモデルの内デジタイズチェーンの先頭にもっとも近い機能モジュールモデルの識別番号であることから、デジタイズ方式のバス調停が行われることは明らかである。

【0042】集中並列方式は、図8に示すように、機能モジュールとバス調停回路は一对一の関係で接続して各機能モジュールからのバス要求信号を調停回路に集め、その内最も優先順位の高いもののbus-grant線をアサートすることで調停する方式である。従って、図5(b)では、各機能モジュールモデルのバス使用優先度に応じた調停を行うため、grant、commands[]に加え、優先度情報を格納した配列変数priorities[]と最も優先度の高い機能モジュールを見つけ出すための一時変数cur\_priorityを追加して用いている。動作としては、まず、grantとcur\_priorityに初期値として-1を設定しておき、次にforループによりインデックスiの値を“0”から1ずつ増やしながらcommands[i]の値を調べ、“BUSREQ”のときは更にpriorities[i]とcur\_priorityを比較してpriorities[i]の方が大きい場合にiの値をgrantに設定し、priorities[i]をcur\_priorityに設定するようにし、機能モジュールモデルの個数N回ループを繰り返して、調停処理が終了する。処理終了後のgrantの値は、バス使用権を要求している機能モジュールモデルの内最も優先度の高い機能モジュールモデルの識別番号であることから、集中並列方式のバス調停が行われるのは明らかである。

【0043】分散型自己判定方式は、各機能モジュールに優先度に応じた識別コードを割当て、バス使用を要求する機能モジュールは自身の識別コードを出力して衝突させ、その結果の値を各機能モジュールが調べてバス使

用の可否を自己判定する方式である。従って、図5

(c)では、同図(b)と同様に配列変数priorities[]を用い、優先度に応じた識別コードを格納しておく。ここでは優先度の高い順に“000”、“001”、“011”、“111”の4つのコードとする。動作としては、まず、grantに初期値として-1(all“1”)を設定しておき、次にforループによりインデックスiの値を“0”から1ずつ増やしながらcommands[i]の値を調べ、“BUSREQ”のときはpriorities[i]とgrantとのビット単位のAND演算を行うようにし、機能モジュールモデルの個数N回ループを繰り返し、調停処理が終了する。処理終了後のgrantの値は、バス使用権を要求している機能モジュールモデルの中で最も優先度の高い機能モジュールモデルの識別コードであることから、分散型自己判定方式のバス調停が行われるのは明らかである。

【0044】図7は、機能モジュールモデルの概略を示す図である。まず、バス調停モデルからASKREQが入力された場合に、バスの使用要求がある際には、BUSREQをバス調停モデルに出力する。それ以外の際、すなわちバスの使用要求がない際には、NOBUSREQをバス調停モデルに出力する。コマンドBUSREQを出力して、バス調停モデルからGRANTが帰ってきた場合には、バス使用権が許可された時の動作を行うようにする。バス使用が完了した場合には、必要に応じて、バス調停モデルに対してRELEASEを出力するようにする。一方、コマンドBUSREQを出力して、バス調停モデルからNOGRANTが帰ってきた場合には、バス使用権が拒否された時の動作を行うようにする。一方、それ以外、すなわち、バス使用権を要求していない場合には、バスを使用しない時の動作を行うようにする。

【0045】このように機能モジュールモデルを記述することにより、バス調停方式を変更しても機能モジュールモデルは、変更する必要がないか、多少の変更で済む。従って、様々なバス調停方式のシミュレーションを容易に行うことにより、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができる。

【0046】以上のように、本実施形態のバス調停シミュレーション方法によれば、バス調停の制御部分に関しては、バスモデルとの間でやり取りするコマンドを用いて抽象化しているため、バス調停方式の変更が容易となり、また、機能モジュールモデルを修正する必要は無い。従って、様々なバス調停方式のシミュレーションを容易に行うことにより、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができる。また、本実施形態の最適バス調停方式決定方法によれば、バス調停方式をいろいろ変えてシミュレーションする場合、各機能モジュールモデルは一切修正する必要がなく、バス調停機能と優先度を

変更するだけで実現可能となる。

【0047】なお、上述したバス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法を実現するためのプログラムは記録媒体に保存することができる。この記録媒体をコンピュータシステムによって読み込ませ、前記プログラムを実行してコンピュータを制御しながら上述したバス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法を実現することができる。ここで、前記記録媒体とは、メモリ装置、磁気ディスク装置、光ディスク装置等、プログラムを記録することができるような装置が含まれる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るバス調停シミュレーション方法、及びバス調停シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によれば、バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるので、バス調停シミュレーションを効率的に行うことができる。

【0049】また、本発明に係る最適バス調停方式決定方法、及び最適バス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によれば、バス調停モデルや機能モジュールモデルを容易に作成できるようにすることで、様々なバス調停方式のシミュレーションを容易に行うことにより、最適なバス調停方式の決定を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態のバス調停シミュレーション方法に用いる抽象モデルを示す図である。

【図2】本実施形態の最適バス調停方式決定方法の処理を示すフローチャートである。

【図3】抽象モデルを説明するための図である。

【図4】本実施形態のバス調停シミュレーション方法の処理を示すフローチャートである。

【図5】バス調停機能の例を示す図である。

【図6】機能モジュールモデルの概略を示す図である。

【図7】デージーチェーン方式のバス調停を用いた場合の論理システムの一構成例を示す図である。

【図8】集中並列方式のバス調停を用いた場合の論理システムの一構成例を示す図である。

【図9】分散型自己判定方式のバス調停を用いた場合の論理システムの一構成例を示す図である。

【図10】従来の最適バス調停方式決定方法の処理を示すフローチャートである。

【図11】従来の機能モジュールモデルの概略を示す図である。

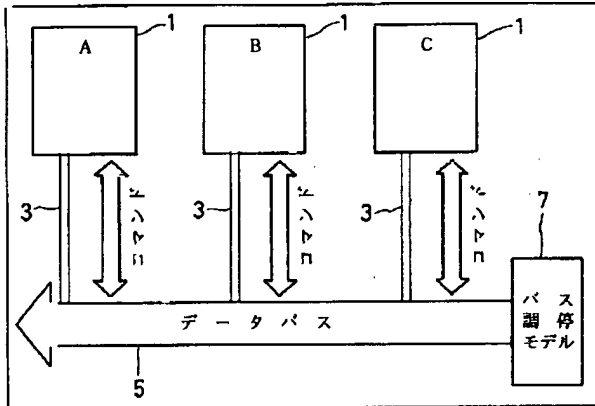
【符号の説明】

- 1 抽象化機能モデル
- 3, 15 データバス
- 5 データバスモデル
- 7 抽象化バス調停モデル

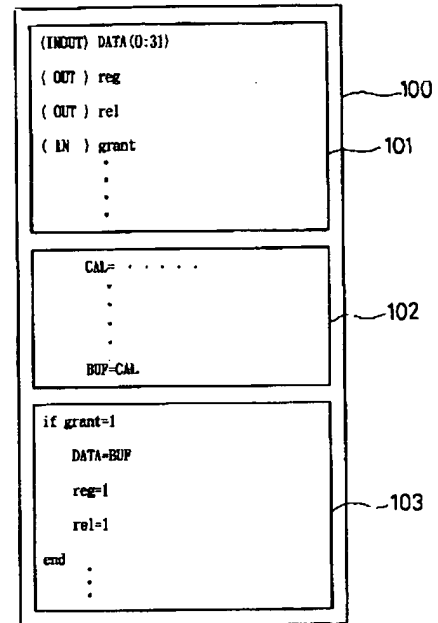
9 バス調停部  
 11 固有動作  
 13 機能モデル  
 17 バス調停回路  
 19 識別コードバス

100 機能モジュールモデル  
 101 I/O定義部  
 102 機能記述部  
 103 通信制御部

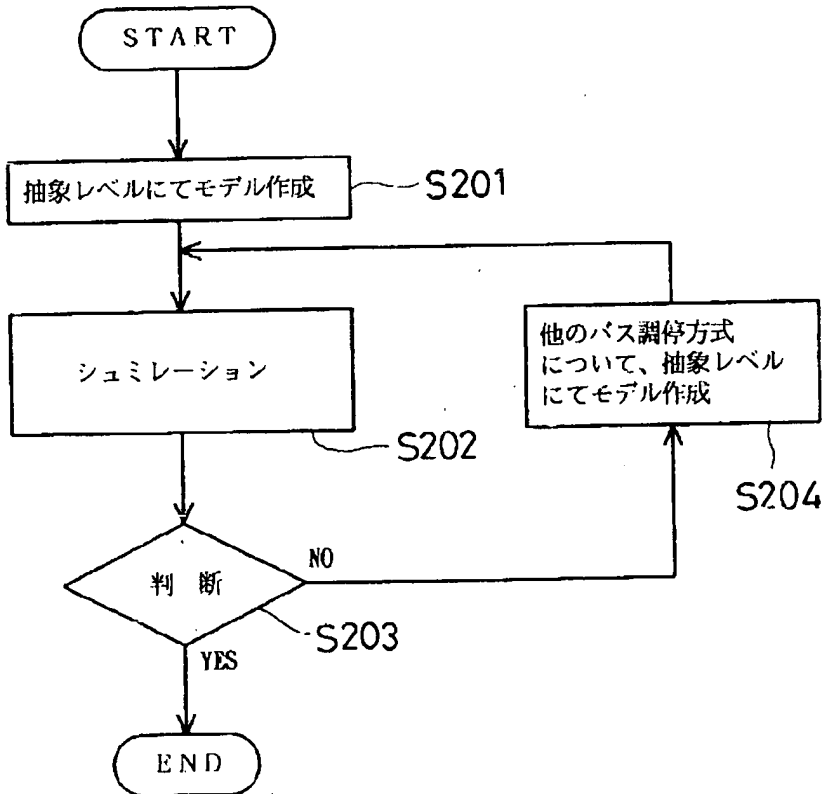
【図1】



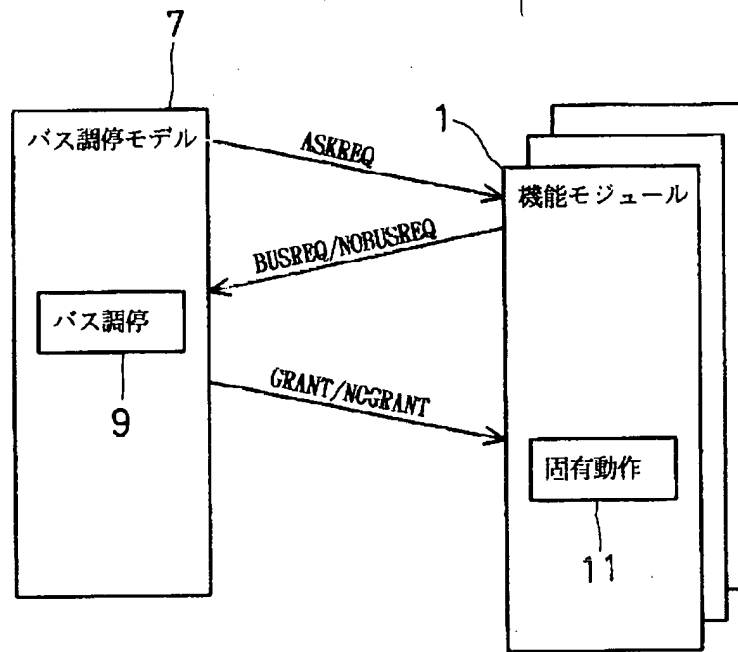
【図11】



【図2】



【図3】



【図5】

(a)

```

grant=1;
for(i=0;i<N;i++){
    if(commands[i]=="BUSREQ"){
        grant=i;
        break;
    }
}

```

(b)

```

grant=1;
cur_priority=-1;
for(i=0;i<N;i++){
    if(commands[i]=="BUSREQ"){
        if(cur_priority<priorities[i]){
            grant=i;
            cur_priority=priorities[i];
        }
    }
}

```

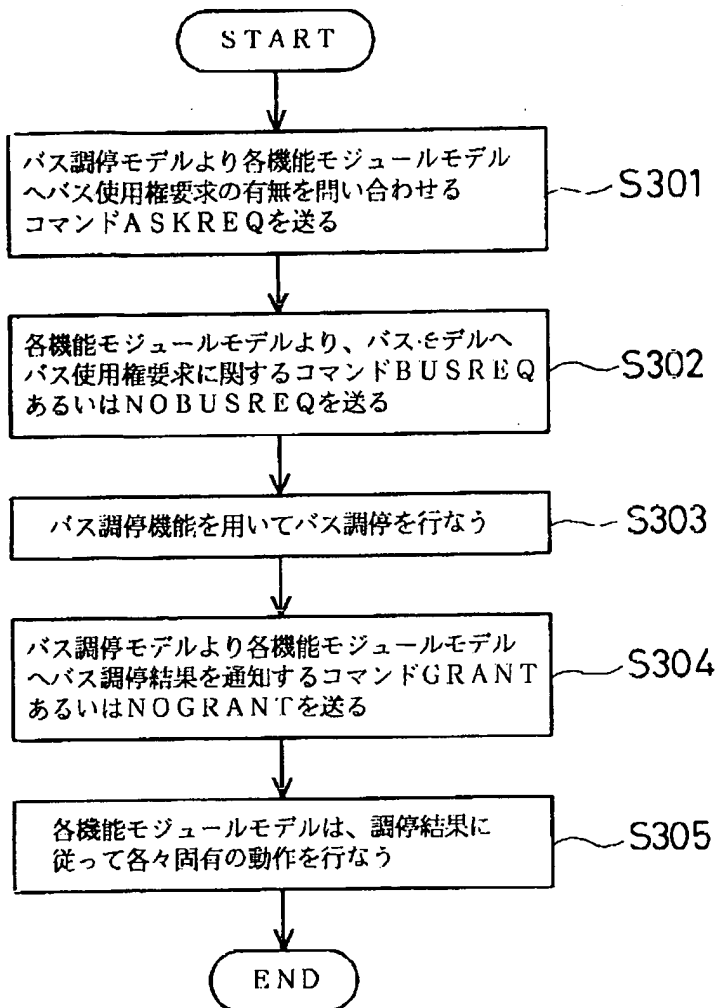
(c)

```

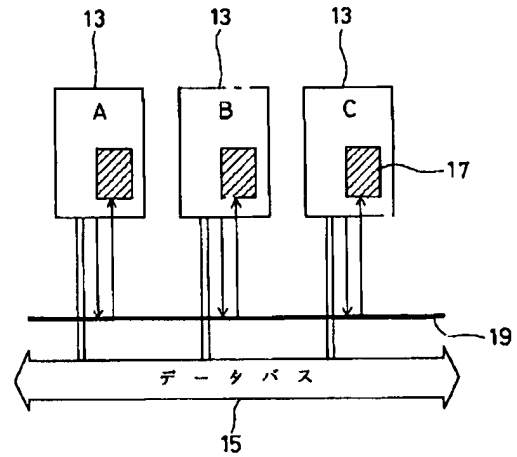
grant=-1;
for(i=0;i<N;i++){
    if(commands[i]=="BUSREQ"){
        grant&=priorities[i];
    }
}

```

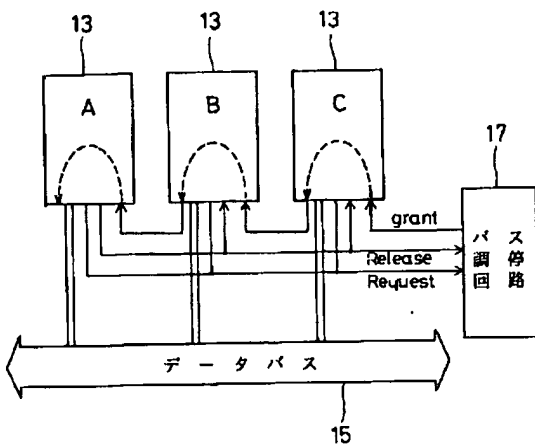
【図4】



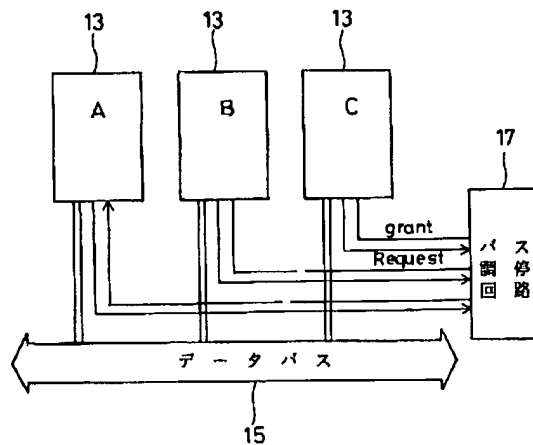
【図9】



【図7】



【図8】



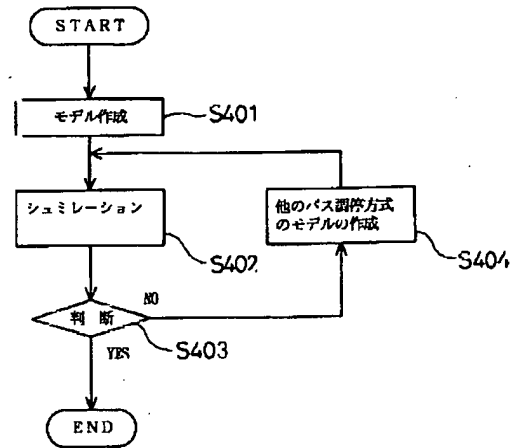
【図6】

```

begin
  if(in command=='ASKREQ'){
    if (バス使用する){
      send "BUSREQ";
    }else{
      send "NOBUSREQ";
    }
  }elseif(in command=="GRANT"){
    バス使用権が許可された時の動作;
    if (バス使用完了){
      send "RELEASE";
    }
  }elseif(in command=="NOGRANT"){
    if (バス使用権要求した){
      バス使用権が拒否された時の動作;
    }else{
      バスを使用しない時の動作
    }
  }
}

```

【図10】



フロントページの続き

【発明の名称】

バス調停シミュレーション方法、最適バス調停方式決定方法、バス調停シミュレーションプログ

ラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び最適バス調停方式決定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体